

PENINGKATAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA MELALUI PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN STEM

Aldelia Destiana Putri¹, Sri Hastuti Noer^{2*}, Mella Triana³

^{1,2,3}Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, No. 1, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

E-mail: *hastuti_noer@yahoo.com

*Corresponding Author

ABSTRACT

Mathematical representation skills is an important aspect in 21st century learning to face global challenges. Therefore, this quasi-experimental research was conducted to determine the improvement of mathematical representation skills after implementing learning with the STEM approach. The population of this research is all VIII grade students at SMP Negeri 44 Bandar Lampung, totaling 185 students distributed into six classes, namely class 8.1 to class 8.6. The sample of this research is class 8.5 with 29 students and class 8.6 with 29 students, selected using purposive sampling technique. The research design used is a pretest-posttest control group design, with class 8.6 as the experimental class and class 8.5 as the control class. The data in this research is quantitative data obtained through a mathematical representation skills test. Based on the t-test results, it was found that the increase in the mathematical representation skills of students who took part in STEM approach was higher than the increase in the mathematical representation skills of students who took part in conventional learning. Thus, it can be concluded that learning with the STEM approach can improve the students mathematical representation skills.

Keywords: improvement, mathematical representation, STEM

ABSTRAK

Kemampuan representasi matematis merupakan aspek penting dalam pembelajaran abad ke-21 untuk menghadapi tantangan global. Oleh karena itu, penelitian eksperimen semu ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi matematis setelah diterapkan pembelajaran dengan pendekatan STEM. Populasi penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri 44 Bandar Lampung sebanyak 185 siswa yang terdistribusi ke dalam enam kelas yaitu kelas 8.1 hingga kelas 8.6. Sampel penelitian ini adalah kelas 8.5 sebanyak 29 siswa dan kelas 8.6 sebanyak 29 siswa yang dipilih dengan teknik purposive sampling. Desain penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design* dengan kelas 8.6 sebagai kelas eksperimen dan kelas 8.5 sebagai kelas kontrol. Data pada penelitian ini adalah data kuantitatif yang diperoleh melalui tes kemampuan representasi matematis. Berdasarkan hasil uji-t diperoleh bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM lebih tinggi daripada peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa.

Kata kunci: peningkatan, representasi matematis, STEM.

Dikirim: Januari 2025; Diterima: Februari 2025; Dipublikasikan: Maret 2025

Cara sitasi: Putri,AD, Noer, SH, & Triana, M. (2025). Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Dengan Pendekatan Stem. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 10(1), 35-48.

DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v10i1.18467>

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang pesat di abad ke-21. Abad 21 memiliki peralihan yang sangat fundamental terkhusus dalam dunia pendidikan. Jannah dan Atmojo (2022) berpendapat bahwa pendidikan di revolusi Industri atau periode 4.0 Abad ke-21, berjalan seiring dengan penggunaan teknologi digital serta pembelajaran yang mendorong pengembangan kemampuan yang relevan untuk menghadapi tantangan abad ini. Pendidikan pada abad 21 memiliki peran penting dalam membentuk individu sebagaimana yang digagas oleh *Partnership for 21st Century Learning* dalam (Muhali, 2019). Salah satu mata pelajaran yang diajarkan di sekolah ialah matematika, yang membantu para siswa mempersiapkan diri untuk berkarir di bidang sains dan teknologi. Menurut Novira dkk. (2019), matematika adalah ilmu umum yang dijadikan dasar kemajuan teknologi modern serta berperan dalam meningkatkan kemampuan berpikir manusia. Besarnya kebutuhan akan kemampuan matematika yang harus dikuasai, terutama untuk menjawab tantangan di abad ke-21, menunjukkan pentingnya matematika sebagai ilmu dasar.

Menurut Karim dkk. (2020), salah satu disiplin ilmu yang membantu memajukan iptek adalah matematika, yang juga memainkan peran penting dalam sistem pendidikan. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/Kr/2022 menjelaskan, membantu siswa mengekspresikan konsep melalui penggunaan simbol, tabel, diagram, dan media lain guna menjelaskan situasi atau kesulitan, serta dengan mengubah suatu kondisi ke dalam simbol atau model matematika, adalah salah satu tujuan pembelajaran matematika. Hal tersebut mengartikan bahwa tujuan pembelajaran matematika adalah untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematika di abad ke-21, yang dalam pembahasan ini ialah kemampuan siswa dalam merepresentasikan ide-ide matematika.

Representasi adalah suatu metode yang digunakan seseorang untuk mengekspresikan kembali ide atau gagasan yang dimilikinya (Noer dan Gunowibowo, 2018). Kemampuan siswa untuk menerapkan teknik tertentu pada diagram, gambar, grafik, atau jenis representasi lain yang diperlukan untuk menyatakan sesuatu dikenal sebagai kemampuan representasi matematis (Fatmala & Kumala, 2023). Lisarani dan Qohar (2021) mengatakan bahwa kemampuan representasi matematis merupakan keterampilan siswa ketika memahami konsep atau relasi matematis melalui berbagai bentuk yang diterapkan untuk memecahkan suatu masalah.

Menurut Mainali (2021), kemampuan representasi matematis dapat dinilai melalui 4 aspek, yaitu: (1) representasi grafis meliputi gambar, diagram, bidang koordinat, dan representasi figural lainnya, (2) representasi numerik, mengacu pada menampilkan data atau ide dan konsep matematika secara terorganisir, (3) representasi aljabar menunjukkan penggunaan simbol, rumus, dll, (4) representasi verbal mencakup bahasa tertulis dan lisan. Selain itu, menurut Santia dkk. (2019), kemampuan representasi matematis memiliki 3 indikator, yaitu: representasi visual, representasi verbal, dan representasi simbolik. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian ini menggunakan ukuran kemampuan representasi matematis sebagai berikut: (1) representasi visual, yang menjelaskan masalah dan mempercepat proses menemukan solusi melalui penggunaan tabel; (2) representasi simbolik, yang memerlukan pemodelan masalah secara matematis dan menyelesaikannya dengan istilah-istilah matematika; dan (3) representasi verbal, menulis solusi berdasarkan permasalahan dengan menggunakan teks tertulis.

Kemampuan representasi matematis adalah salah satu kemampuan utama yang perlu dikuasai siswa untuk mempelajari matematika. Dalam pembelajaran matematika di semua jenjang pendidikan biasanya melibatkan representasi matematis, maka, kemampuan representasi matematis menjadi komponen penting yang perlu diperhatikan (Fincham *et al.*, 2018). Kemampuan representasi matematis dapat mendukung pemahaman konsep, menghubungkan berbagai materi matematika, serta memfasilitasi komunikasi dalam konteks matematis, serta menerapkan penyelesaian masalah matematika dalam kehidupan nyata melalui penggunaan pemodelan (Mainali, 2021). *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), menyatakan kemampuan yang menjadi dasar bagi siswa untuk menerapkan keterampilan dan pengetahuan matematika secara efektif, salah satunya, adalah kemampuan representasi matematis yang dimiliki oleh siswa (OECD, 2019). Dalam *Programme*

for *International Student Assessment* (PISA), yang dibentuk oleh OECD menyebutkan salah satu kemampuan matematika yang dinilai ialah kemampuan representasi matematis, yang juga merupakan salah satu indikator kemampuan literasi (Santia, 2018).

Pada kenyataannya, pencapaian kemampuan representasi matematis belum sejalan dengan kepentingannya. Menurut hasil dari PISA 2018, 71% siswa Indonesia tidak memenuhi tingkat kompetensi matematika minimal (Suprayitno, 2019). Selain itu, hasil studi PISA Indonesia pada tahun 2018 menyatakan perolehan skor kemampuan matematis yang hanya mencapai 379, sedangkan rata-rata skor kemampuan matematis seluruh negara peserta adalah 490. Hal itu menempatkan Indonesia pada peringkat ke-74 atau peringkat ke-enam terbawah dari 79 negara peserta dalam studi PISA tahun 2018 (OECD, 2019). Selain itu berdasarkan OECD (2023), hasil studi PISA Indonesia tahun 2022 diperoleh skor kemampuan matematis yang mencapai 366. Sementara itu, rata-rata skor negara internasional adalah 472. Berdasarkan hal tersebut, siswa Indonesia masih memiliki kemampuan representasi yang relatif rendah, sebagaimana terlihat dari rendahnya keterampilan matematis mereka ketika menyelesaikan soal-soal PISA.

Realitas di lapangan juga mengindikasikan bahwa kemampuan representasi matematis siswa di Indonesia masih berada pada tingkat yang relatif rendah. Hal tersebut terlihat dari hasil tes penelitian pendahuluan yang diujikan kepada siswa kelas IX SMPN 44 Bandar Lampung. Persentase kemampuan representasi matematis siswa hanya mencapai 29%, dengan rincian sebagai berikut: representasi visual 22%, representasi simbolik 35%, dan representasi verbal 29%. Pada aspek representasi simbolik, siswa mengalami kesalahan dalam menuliskan ekspresi matematika, seperti penggunaan tanda operasi dan penerapan rumus yang kurang tepat, sehingga menghasilkan jawaban yang tidak sesuai. Pada aspek representasi visual, siswa sering kali menghadapi kesulitan dalam menggambarkan grafik fungsi kuadrat secara akurat, termasuk dalam menentukan titik ekstrim dan titik potong yang benar. Sementara itu, pada aspek representasi verbal, siswa kurang mampu menyajikan penjelasan yang lengkap dan tepat mengenai penyelesaian soal, sehingga jawaban yang diberikan kerap berlawanan dengan konsep yang seharusnya diterapkan. Selain itu, beberapa penelitian di Indonesia juga mengatakan bahwa kemampuan representasi matematis siswa di negara ini masih relatif rendah diantaranya: Suningsih & Istiani (2021), Ramanisa dkk. (2020), dan Rohana dkk. (2021). Secara keseluruhan, pembahasan ini mengindikasikan kemampuan siswa di Indonesia dalam representasi matematis masih relatif rendah dan membutuhkan strategi pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam representasi matematika.

Guru perlu melakukan pemilihan pendekatan yang sesuai dengan mengadopsi orientasi pendekatan pembelajaran abad ke-21, yang merupakan pendekatan dengan karakteristik: (1) pendekatan yang berpusat pada siswa; (2) pelatihan keterampilan kolaborasi; (3) materi pembelajaran yang terhubung dengan isu-isu dunia nyata; dan (4) kemampuan sekolah untuk membantu siswa berinteraksi dengan lingkungan sosial mereka (Devi dkk., 2018). Berdasarkan hal tersebut, pemilihan pendekatan pembelajaran sangat krusial dalam berhadapan dengan revolusi industri 4.0. Menerapkan pendekatan pembelajaran yang membantu para pendidik untuk menjadi ahli, seperti pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah salah satu cara guna mentransformasi pendidikan (Davidi dkk., 2021). Menurut Nugroho (2024), penerapan pendekatan STEM ditujukan untuk mencoba menyajikan pembelajaran secara multidisiplin ilmu mulai dari sains, teknologi, teknik, serta terakhir matematika.

Menurut Susanti dan Kurniawan (2020), STEM adalah akronim dari *science, technology, engineering, and mathematics* yang merujuk pada pendekatan pembelajaran terpadu yang meliputi empat disiplin ilmu: pengetahuan alam, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan STEM merupakan pendekatan dengan pembelajaran langsung dengan menggunakan ilmu pengetahuan, praktik desain teknik, penerapan sains dan teknologi dalam konteks dunia nyata sebagai nilai inti dari pendekatan STEM (Tsai *et al.*, 2021). Sementara itu, menurut Dwita dan Susannah (2020), pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran dengan tujuan guna menyelesaikan masalah dalam kehidupan

sehari-hari dengan melibatkan proses berpikir kreatif, kritis serta kolaboratif, dengan pendekatan ini, siswa diharapkan dapat mengembangkan kemampuan yang relevan untuk abad ke-21.

Dalam penerapannya, STEM terdiri dari beberapa tahapan pembelajaran. Winarti (2021) mengemukakan empat tahap STEM, yaitu: (1) mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan permasalahan yang berhubungan dengan materi yang diberikan oleh guru, (2) mengembangkan dan merancang model; model yang dimaksud adalah solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang diidentifikasi pada tahap pertama, (3) menganalisis dan menginterpretasikan data secara matematis dan informatif, serta memanfaatkan teknologi informasi, pada tahap ini, siswa harus dapat menggunakan teknologi dengan optimal sesuai dengan model yang telah disusun sebelumnya, (4) menginterpretasikan solusi dengan bukti, kemudian menarik simpulan serta mengevaluasi hasil yang telah dicapai. Sawu dkk., (2023) juga menyebutkan sintaks pada pendekatan STEM, yaitu: *observe, new idea, innovation, creativity, dan society*.

Pembelajaran berbasis STEM dapat dipadukan dengan model pembelajaran kooperatif seperti PBL, PjBL, dan lainnya (Mulyani, 2019). Pembelajaran yang digunakan ialah pembelajaran dengan pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan model pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning/PjBL*). Model PjBL ialah pembelajaran dengan menciptakan produk dalam proses pembelajarannya (Awab dkk., 2021). Kokotsaki *et al.* (2016) mengatakan bahwa otonomi siswa ketika proses pembelajaran, inkuiri konstruktif, penetapan tujuan, kerja sama tim, komunikasi, dan refleksi dalam konteks praktik dunia nyata melalui proyek adalah karakteristik PjBL, suatu jenis pembelajaran aktif yang berfokus pada siswa. Penjelasan di atas mengarah pada kesimpulan bahwa model PjBL dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran berbasis STEM.

Langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan PjBL-STEM, menurut seorang ilmuwan dari Universitas Portland Amerika Serikat, Laboy-Rush dalam Ishak (2021) adalah *reflection* (perumusan masalah), *research* (mendesain pemecahan masalah), *discovery* (penemuan), *application* (aplikasi), dan *communication* (komunikasi). Adapun langkah-langkah pembelajaran yang diterapkan dalam melakukan penelitian ini, diantaranya: (1) *reflection*, siswa diarahkan untuk melakukan pembelajaran yang diawali dengan pertanyaan tentang permasalahan sehari-hari dan fenomena ilmiah di sekitarnya, (2) *research*, siswa diarahkan untuk melakukan perencanaan proyek dan perencanaan pemecahan masalah kelompok, (3) *discovery*, siswa diarahkan untuk menyusun langkah dan jadwal yang jelas untuk menyelesaikan proyek, (4) *application*, pembuatan dan penyelesaian proyek yang didampingi oleh guru sebagai fasilitator, dan (5) *communication*, pemaparan hasil proyek oleh tiap-tiap kelompok yang disusul dengan kegiatan tanya jawab antar kelompok serta umpan balik

STEM dengan pendekatan PjBL perlu mendapatkan perhatian lebih dalam penerapannya, karena memiliki potensi besar untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan dalam menghadapi masalah kehidupan nyata (Purwaningsih *et al.*, 2020). Mendukung pandangan ini, Wijayanto dkk. (2020) menyatakan bahwa STEM-PjBL memiliki kemampuan yang signifikan dalam menciptakan pengalaman pembelajaran yang bernilai. Melalui proyek-proyek yang berkaitan dengan satu atau beberapa bidang, termasuk sains, teknologi, teknik, dan matematika, metode ini mengajarkan siswa bagaimana memecahkan masalah. Selain itu, kemampuan representasi matematis sangat penting dalam proses pemecahan masalah matematika, demikian menurut Deswanti dkk. (2020). Oleh karena itu, penerapan pendekatan STEM-PjBL tidak hanya meningkatkan keterampilan pemecahan masalah tetapi juga secara signifikan dapat mengembangkan kemampuan representasi matematis siswa.

Berdasarkan pendahuluan di atas, perlu dilakukannya penelitian terkait “Penerapan pembelajaran dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa” guna mendapatkan informasi mengenai bagaimana peningkatan kemampuan representasi matematis siswa jika mereka belajar dengan menerapkan pendekatan STEM yang dalam penerapannya dikombinasikan dengan model PjBL, yang mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan global di abad ke-21.

METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam representasi matematika. Dua variabel independent, yaitu: pembelajaran menggunakan pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) dan pembelajaran konvensional, serta satu variabel dependen kemampuan siswa dalam representasi matematika. Penelitian ini dilaksanakan dengan populasi berjumlah 185 siswa yang terbagi ke dalam enam kelas yaitu kelas 8 ruang 1 sampai dengan 8 ruang 6 di salah satu SMP Negeri di Bandar Lampung tahun ajaran 2024/2025. *Purposive sampling* digunakan dalam teknik sampel penelitian ini, dan dua kelas yang dipilih adalah kelas yang diajar oleh pengajar yang sama dan memiliki hasil rata-rata yang relatif sebanding pada Penilaian Semester Genap. Kelas 8.6, kelas eksperimen yang akan belajar menggunakan pendekatan STEM, dan kelas 8.5, kelas kontrol yang akan belajar menggunakan pembelajaran konvensional, kemudian dipilih sebagai sampel untuk penelitian ini.

Instrumen yang digunakan ialah tes yang dirancang guna menilai kemampuan representasi matematis. Sebelum instrumen diberikan ke siswa untuk mengukur kemampuan siswa, pertama-tama harus memenuhi standar tes yang terjamin kualitasnya. Instrumen yang layak digunakan ialah instrumen yang memenuhi persyaratan validitas serta reliabilitas, serta sesuai dengan kriteria tingkat kesulitan serta daya pembeda yang telah ditentukan.

Desain penelitian yang diterapkan adalah *pretest-posttest control group design*. Kemampuan representasi matematis awal siswa diukur dengan *pretest*, yang diberikan sebelum perlakuan, dan kemampuan representasi matematis akhir siswa diukur dengan *posttest*, yang diberikan setelah perlakuan. Dari data *pretest* serta *posttest* yang didapatkan, selanjutnya dihitung data peningkatan (*gain*). Untuk menganalisis data peningkatan (*gain*) perlu dilakukan uji prasayat terlebih dahulu, yaitu menguji normalitas data menggunakan uji chi kuadrat dan menguji homogenitas varians menggunakan uji F. Berdasarkan hasil uji tersebut, didapatkan bahwa data peningkatan (*gain*) dari siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM dan pembelajaran konvensional adalah berdistribusi normal serta homogen (sama). Sehingga dilakukan uji perbandingan dua rata-rata dengan menggunakan uji-*t*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian terkait kemampuan representasi matematis siswa berhasil diketahui berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan. Nilai *pretest* siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol digunakan guna menentukan kemampuan representasi matematis awal mereka, dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Skor Kemampuan Representasi Matematis Awal Siswa

Kelas	Banyak Siswa	Rata-Rata	Skor Terkecil	Skor Terbesar	Simpangan Baku	SMI
STEM	29	12,03	4	27	6,22	60
Konvensional		11,62	5	25	4,62	

Keterangan :

SMI = Skor Maksimum Ideal

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata kemampuan representasi matematis awal siswa di kedua kelas adalah relatif sama. Kemudian, simpangan baku skor kemampuan representasi matematis awal siswa hanya selisih sebesar 1,6. Ini menunjukkan bahwa skor kemampuan representasi matematis awal siswa pada kedua kelas relatif sama. Dalam menjamin kemampuan representasi matematis awal dari kedua kelas tersebut adalah sama, maka dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U*. Adapun hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Hipotesis Kemampuan Representasi Matematis Awal Siswa

$ z_{hitung} $	z_{tabel}	α	Keputusan Uji
0,12	1,94	0,05	H_0 diterima

Berdasarkan Tabel 2 diketahui hasil perhitungan $|z_{hitung}| < z_{tabel}$. Hal tersebut menandakan bahwa H_0 diterima, yang bermakna bahwa siswa yang menggunakan pembelajaran dengan pendekatan STEM dalam pendidikan mereka mempunyai kemampuan representasi matematis awal yang sama dengan siswa yang menggunakan pendekatan konvensional. Sesudah kedua kelas sampel mendapatkan perlakuan individual, dilakukan *posttest* untuk mengukur kemampuan representasi matematis siswa, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Skor Kemampuan Representasi Matematis Akhir Siswa

Kelas	Banyak Siswa	Rata-Rata	Skor Terkecil	Skor Terbesar	Simpangan Baku	SMI
Eksperimen	29	45,79	31	60	6,27	60
Kontrol		37,28	21	56	7,95	

Keterangan :
SMI = Skor Maksimum Ideal

Berdasarkan Tabel 3 diketahui hasil perhitungan rata-rata nilai kemampuan representasi matematis akhir kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Selain itu, kelas kontrol mempunyai standar deviasi yang lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen, sesuai dengan nilai standar deviasi. Hal tersebut menandakan bahwa siswa pada kelas kontrol mempunyai rentang kemampuan representasi matematis yang lebih luas dibandingkan dengan siswa pada kelas eksperimen. Statistik *gain*, yang ditunjukkan pada Tabel 4, diperiksa dari hasil *pretest* dan *posttest*.

Tabel 4. Data Peningkatan (*Gain*) Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Kelas	Rata-Rata <i>Gain</i>	Median <i>Gain</i>	<i>Gain</i> Terkecil	<i>Gain</i> Terbesar	Simpangan Baku
Eksperimen	0,71	0,69	0,52	1,00	0,12
Kontrol	0,53	0,53	0,24	0,89	0,15

Tabel 4 menunjukkan bahwa siswa pada kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata dan median peningkatan (*gain*) kemampuan representasi matematis yang lebih tinggi daripada siswa pada kelas kontrol. Selanjutnya, dibandingkan dengan kelas eksperimen, kelas kontrol memiliki nilai standar deviasi yang lebih tinggi. Dari data peningkatan (*gain*) tersebut dilakukan pengujian terhadap beberapa hipotesis terkait kemampuan representasi matematis siswa. Maka dari itu, pertama-tama perlu dilakukan uji normalitas pada kedua kelompok data dengan menggunakan uji *Chi Kuadrat*. Hasil perhitungan uji normalitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Peningkatan (*Gain*) Kemampuan Representasi Matematis

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keputusan Uji
Eksperimen	3,0710	7,81	H_0 diterima
Kontrol	5,6551		H_0 diterima

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa hasil keputusan uji normalitas kedua kelas sampel adalah menerima H_0 . Hal ini berarti kedua sampel data peningkatan (*gain*) berasal dari populasi berdistribusi normal. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas varians data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan uji-*F*. Hasil perhitungan uji homogenitas disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Peningkatan (*Gain*) Kemampuan Representasi Matematis

Kelas	Varians	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan Uji
Eksperimen	0,014	1,73	2,13	H_0 diterima
Kontrol	0,024			

Berdasarkan Tabel 6 terlihat hasil perhitungan $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga H_0 diterima. Maka dari itu, varians data dari kedua populasi, yaitu data peningkatan (*gain*) kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM dan data peningkatan (*gain*) kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional adalah sama. Berdasarkan hasil uji prasyarat, data kemampuan representasi matematis menunjukkan distribusi normal dan bersifat homogen, sehingga dilakukan uji parametrik berupa uji-*t*. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Hipotesis Data Peningkatan (*Gain*) Kemampuan Representasi Matematis

α	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan Uji
0,05	4,793	1,673	H_0 ditolak

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh hasil perhitungan $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak. Sehingga, rata-rata peningkatan (*gain*) kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM lebih tinggi daripada rata-rata peningkatan (*gain*) kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Maka dari itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM lebih tinggi daripada peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Nugroho (2024) mengatakan bahwa penerapan pendekatan STEM berbantuan Geogebra dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa, karena hasil penelitian menyatakan kemampuan representasi matematis siswa meningkat secara signifikan dari kondisi awal 22,92%, menjadi 54,16% pada siklus I, dan mencapai 76,04% pada siklus II. Selaras dengan temuan tersebut, dalam penelitian ini, pembelajaran dengan pendekatan STEM terbukti dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa dengan peningkatan sebesar 74%, yang mana 18% lebih tinggi daripada pembelajaran konvensional yang hanya mencapai 56%. Selain itu, siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM menunjukkan peningkatan kemampuan representasi matematis yang signifikan daripada siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional pada ketiga indikator: visual (30% lebih tinggi), simbolik (9% lebih tinggi), dan verbal (13% lebih tinggi). Hasil analisis pencapaian untuk masing-masing indikator tersebut disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Pencapaian Indikator Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Indikator	Pretest		Posttest	
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
Visual	13%	17%	62%	32%
Simbolik	20%	28%	89%	80%
Verbal	22%	13%	69%	56%
Rata-Rata	18%	19%	74%	56%

Penelitian ini tidak hanya menghasilkan data tentang peningkatan kemampuan representasi matematis siswa, tetapi juga mencakup hasil dari pengerjaan proyek yang dibuat oleh siswa selama proses pembelajaran. Proyek dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM, mendorong siswa untuk dapat mengeksplorasi konsep matematika dalam proyek yang mencakup permasalahan nyata yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, seperti dalam pembuatan lilin aromaterapi dari permasalahan *sleep deprived*. Rusminati dan Juniarso (2023) mengatakan bahwa penerapan STEM di dalam

pembelajaran matematika merupakan respons terhadap tantangan di era abad ke-21. Hal ini karena, pembelajaran berbasis pendekatan STEM mampu melatih siswa dalam berpikir kritis, kreatif, serta mengasah kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi, yang sejalan dengan tuntutan keterampilan abad ke-21. Dalam penelitian ini, hal tersebut terlihat di tahap *research*, *discovery* dan *application* dalam pembuatan lilin aromaterapi yang dilalui siswa secara berkelompok, dimana siswa dituntut untuk mengidentifikasi masalah, mencari solusi dari berbagai sumber belajar, dan menentukan solusi berupa hasil proyek dari rancangan solusi yang sudah diperoleh.

Hasil proyek dari penelitian ini telah melalui tahapan-tahapan pembelajaran pendekatan STEM. Pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat membantu siswa menjadi lebih mahir dalam representasi matematika. Khususnya dalam penelitian ini, model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) digabungkan dengan pendekatan pembelajaran STEM. Ketika siswa menghadapi soal kontekstual berbentuk proyek dalam pembelajaran STEM, hal tersebut mengharuskan siswa menerjemahkan masalah tersebut ke dalam bentuk kalimat matematika (Pratiwi & Rifianti, 2021). Penggunaan representasi matematika yang berbeda, seperti angka, gambar, atau teknik aljabar, untuk mengkomunikasikan konsep matematika yang telah dipahami terkait dengan kemampuan siswa guna merepresentasi masalah proyek menjadi pernyataan matematika (Mawaddah dan Mahmudi, 2021). Hal tersebut menjadi dasar untuk siswa dalam melakukan perhitungan dan analisis dalam menyelesaikan proyek, misalnya dalam menghitung proporsi lilin lebah dan minyak kelapa untuk pembuatan lilin aromaterapi. Semua perhitungan ini memerlukan pemahaman tentang konsep matematika seperti rasio, proporsi, dan persentase.

Pembelajaran STEM yang diterapkan dianggap lebih bermanfaat karena melibatkan siswa dalam pembelajaran bermakna yang digunakan guna memahami konsep secara mendalam serta mengeksplorasi dengan kegiatan proyek, sehingga prosesnya melibatkan siswa secara aktif (Fitriyani dkk., 2020). Mendukung pandangan ini, Wijayanto dkk. (2020) menyatakan bahwa *STEM-Project Based Learning* mempunyai potensi besar dalam memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Hal ini sejalan dengan teori David Ausubel tentang *meaningful learning*, yang menekankan pentingnya mengaitkan pengetahuan baru dengan struktur kognitif yang sudah dimiliki siswa. Lebih lanjut, penelitian Rahmawati dkk. (2022) menyatakan bahwa kegiatan proyek dalam STEM memungkinkan siswa untuk terlibat dalam proses inkuiri dan penemuan, yang merupakan ciri khas dari *meaningful learning*. Hal ini terlihat ketika proyek selesai, siswa merefleksikan proses pembuatan lilin, dan menganalisis keberhasilan. Refleksi ini membantu mereka menginternalisasi pengetahuan dan membuat pembelajaran lebih bermakna.

Langkah pertama pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM diintegrasikan dengan model pembelajaran PjBL diawali dengan *reflection*. Siswa memulai pembelajaran dengan menjawab pertanyaan pemantik terkait masalah sehari-hari dan fenomena ilmiah dalam kelompok yang beranggotakan 5-6 siswa. Pertanyaan dari guru, memandu siswa dalam menyelesaikan proyek, mendorong pemahaman materi secara aktif. Dengan menghubungkan pertanyaan yang terkait dengan konteks kehidupan nyata, siswa dapat menganalisis, mengidentifikasi, serta merepresentasikan informasi yang diperoleh untuk menjawab permasalahan pada lembar proyek. Hal tersebut juga didukung dari pernyataan Ridwan (2020), menghubungkan materi yang dipelajari dengan kehidupan nyata tidak hanya memberikan manfaat fungsional bagi siswa, tetapi juga membuat materi tersebut lebih melekat dalam ingatan mereka, sehingga tidak mudah terlupakan. Hal ini menunjukkan bahwa STEM mendukung *meaningful learning* dengan memfasilitasi pembentukan koneksi yang kuat antara pengetahuan baru dan pengalaman siswa.

Selanjutnya, pada tahap *research*, siswa diarahkan untuk melakukan perencanaan proyek dan perencanaan pemecahan masalah kelompok berdasarkan sumber informasi yang relevan. Menurut Wijayanto dkk. (2020), tahap *research* merupakan bentuk penelitian siswa. Ketika siswa mengikuti pembelajaran STEM-PjBL di tahap *research* terlihat siswa semangat dan termotivasi untuk menggunakan teknologi mengakses QR dalam mencari dan menyaring informasi terkait permasalahan yang ada dari berbagai sumber belajar, salah satunya menonton youtube. Kumala (2021) menyatakan bahwa

penyajian video pembelajaran melalui YouTube dapat membuat materi yang disampaikan lebih menarik, sehingga meningkatkan motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran. Mendukung hal tersebut, Young (2018) mengatakan siswa harus termotivasi, guna merencanakan penyelidikan untuk menemukan solusi paling efektif dan tepat untuk masalah yang diambil dari kehidupan masyarakat.

Tahap ketiga pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM terintegrasi PjBL adalah *discovery*. Pada tahap ini, siswa diarahkan untuk merancang langkah dan jadwal yang jelas dalam menyelesaikan proyek. Guru mengarahkan siswa untuk menyusun langkah dan jadwal dalam pembuatan proyek pada tabel lembar proyek yang telah disediakan. Pada tahap *discovery* ini, aspek rekayasa (*engineering*) dalam pendekatan STEM tercermin melalui kegiatan siswa dalam menyusun rencana untuk membuat proyek. Seirama dengan hal tersebut, penelitian Mawaddah dan Mahmudi (2021) menyatakan pada tahap *discovery* PjBL terintegrasi STEM, siswa merencanakan alat dan bahan yang diperlukan, melakukan perkiraan ukuran panjang dan volume, membuat gambar konstruksi, serta mencari informasi tambahan terkait kelebihan dan kekurangan proyek yang akan dikerjakan. Adapun rencana yang disusun siswa untuk dapat menyelesaikan proyek dalam pembelajaran STEM-PjBL ini, meliputi jadwal rancangan sampai hasil proyek dan rancangan kegiatan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan proyek. Langkah ini dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam membangun kebiasaan berpikir (*habit of mind*) melalui proses merancang dan mendesain (Wijayanto dkk., 2020).

Langkah selanjutnya adalah *application*, yaitu pembuatan dan penyelesaian proyek dengan membagi tugas dan mengikuti petunjuk yang ada pada panduan proyek yang didampingi oleh guru sebagai fasilitator. Pada tahap *application*, pendekatan STEM mencakup aspek *engineering* (penggunaan alat dan prosedur yang dirancang), *technology* (penggunaan timbangan digital), dan *mathematics* (perhitungan berat atau jumlah bahan yang diperlukan dalam proyek). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sulastri dan Cahyani (2021) bahwa karakteristik model PjBL mendorong siswa untuk melakukan investigasi konstruktif, belajar melalui praktik, dan mengaplikasikan pengetahuan lewat proyek yang mereka kembangkan sebagai solusi dari masalah yang dihadapi, dengan pendekatan pembelajaran yang berfokus pada siswa. Proses pembelajaran STEM-PjBL yang berlangsung memberikan dampak yang cukup besar terhadap pemahaman belajar siswa (Diana *et al.*, 2021). Dengan pendekatan STEM yang diintegrasikan dengan model PjBL, siswa diberikan tantangan untuk menyelesaikan proyek berdasarkan rancangan yang telah dibuat dengan keterampilan dan pengetahuan siswa untuk meningkatkan penguasaan belajar siswa.

Langkah terakhir dalam pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM terintegrasi PjBL adalah *communication*, yaitu pemaparan hasil proyek oleh tiap-tiap kelompok yang disusul dengan kegiatan tanya jawab antar kelompok serta umpan balik dalam membantu guru mengukur ketercapaian standar dan memberikan kesempatan untuk melakukan refleksi. Pada tahap ini, dilakukan proses analisis dan evaluasi di mana guru bersama siswa melakukan refleksi untuk menilai kelayakan proyek yang telah dikerjakan serta memperbaiki kelemahan yang mungkin muncul melalui kegiatan diskusi menggunakan pembelajaran dengan pendekatan STEM terintegrasi PjBL. Penelitian ini mendukung pernyataan yang dibuat oleh Tati, Firman, dan Khoiri (2017) bahwa lingkungan sains dan teknologi dalam pembelajaran PjBL terintegrasi STEM memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkomunikasikan temuan dengan cara yang dapat dimengerti.

Pembelajaran dengan pendekatan STEM mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk siswa memahami hubungan antara konsep dan menerapkannya dalam situasi nyata, sehingga mempersiapkan mereka untuk tantangan di masa depan (Muttaqin, 2023). Sedangkan pembelajaran PjBL, menurut Noer dkk. (2024) dapat menghadirkan pengalaman kepada siswa dalam belajar serta berlatih mengorganisir proyek, menciptakan pengalaman belajar yang melibatkan siswa secara mendalam, serta dirancang untuk berkembang dalam konteks dunia nyata, sehingga menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan. Dengan demikian, pengintegrasian pembelajaran PjBL dalam pendekatan STEM dapat memberikan inovasi dalam proses pembelajaran dimana siswa secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung melalui eksplorasi proyek-proyeknya. Hal tersebut sesuai dengan masalah

yang diajukan oleh guru dalam penelitian ini, yakni masalah yang muncul dari keresahan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari dan dapat diatasi melalui suatu proyek.

Penerapan pendekatan STEM terintegrasi PjBL di SMP Negeri 44 Bandar Lampung dalam pelaksanaannya mengalami beberapa kendala yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Refleksi Dari Pembelajaran STEM-PjBL

No.	Kendala	Perbaikan
1.	Siswa menghadapi kesulitan dalam mengatasi masalah yang terdapat pada panduan proyek karena kurangnya pemahaman mengenai permasalahan STEM pada lembar proyek.	Guru mendatangi setiap kelompok dan memberikan penjelasan lebih rinci hingga siswa memahami dan mampu mengerjakan permasalahan pada panduan proyek tersebut.
2.	Terdapat beberapa kelompok yang belum sepenuhnya kondusif dalam mengikuti petunjuk yang ada dalam panduan proyek	Guru perlu memberikan penegasan agar suasana tetap terjaga selama proses pengerjaan
3.	Kurangnya partisipasi siswa dalam bertanya karena hasil yang dipresentasikan oleh setiap kelompok adalah sama	Guru memberikan pertanyaan pemantik agar siswa dapat lebih kritis dalam menanggapi hasil presentasi dan guru akan mengajukan pertanyaan terkait hasil yang dipresentasikan, guna mendorong seluruh siswa untuk menganalisis dan memberikan jawaban atas pertanyaan tersebut
4.	Pembelajaran STEM-PjBL ini membutuhkan waktu cukup lama karena melibatkan eksperimen, proyek, dan eksplorasi konsep secara mendalam	Guru mengorganisir siswa dalam kelompok dengan pembagian peran yang jelas, sehingga mereka dapat bekerja secara paralel dan menyelesaikan proyek dengan lebih efisien.

Berdasarkan hasil refleksi Tabel 9 dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan pembelajaran *STEM-Project Based Learning* menghadapi beberapa kendala, namun dapat diatasi dengan strategi yang tepat. Kendala utama meliputi kesulitan siswa dalam memahami permasalahan proyek, kurangnya kedisiplinan dalam kelompok, minimnya partisipasi dalam diskusi, serta keterbatasan waktu pembelajaran. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, guru berperan aktif dengan memberikan penjelasan lebih rinci kepada setiap kelompok, menegaskan aturan kerja agar suasana tetap kondusif, serta memancing siswa agar lebih kritis dalam menanggapi presentasi. Dalam hal ini, *scaffolding* perlu dilakukan, dimana guru membantu siswa di awal pembelajaran dan secara bertahap dikurangi guna memberikan kesempatan kepada siswa untuk mampu menyelesaikannya (Adinda dkk., 2024). Selain itu, guru juga dapat mengoptimalkan waktu dengan membagi peran dalam kelompok secara jelas, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih efisien. Dengan perbaikan-perbaikan ini, diharapkan pembelajaran STEM-PjBL dapat dilaksanakan dengan lebih efisien serta mencapai target yang diharapkan.

Pada penerapan pendekatan STEM-PjBL sangat menekankan pada berbagai disiplin ilmu, sehingga siswa mendapatkan pemahaman yang lebih luas dan aplikatif daripada pembelajaran konvensional. Dalam pembelajaran konvensional, guru mengarahkan siswa untuk menemukan konsep tanpa dikaitkan dengan dunia nyata, sehingga siswa sulit menghubungkan konsep dengan aplikasi praktis, berbeda dengan pendekatan STEM-PjBL. Selain itu, dalam pembelajaran konvensional siswa tidak mendapatkan kesempatan untuk menyelesaikan masalah secara kolaboratif. Sebaliknya, pendekatan STEM-PjBL mendorong siswa agar berdiskusi, berbagi ide, dan mencari solusi melalui eksplorasi proyek yang lebih interaktif. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Susanti dan Kurniawan (2020) yang mengatakan bahwa proses pembelajaran melalui model pembelajaran PjBL dan pendekatan STEM mampu meningkatkan keterlibatan serta antusiasme siswa dalam proses pembelajaran. Sementara itu, Indriani (2020) menyebutkan bahwa model pembelajaran PjBL yang diintegrasikan dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematis siswa. Dalam hal ini kemampuan berpikir matematis yang diukur adalah kemampuan representasi matematis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa kelas VIII SMP Negeri 44 Bandar Lampung semester ganjil tahun pelajaran 2024/2025. Hal tersebut didasarkan dari hasil penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM lebih tinggi daripada peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian ini, saran yang dapat diberikan peneliti adalah: (1) kepada guru yang akan menerapkan pendekatan STEM dalam pelajaran matematika, disarankan untuk memastikan kompleksitas proyek sesuai dengan kemampuan siswa. Guru dapat membuat panduan yang bertahap, dari yang sederhana hingga lebih kompleks, agar siswa tidak merasa terbebani tetapi tetap tertantang untuk memahami materi melalui permasalahan STEM pada proyek yang dikerjakan; dan (2) kepada peneliti lain yang akan melaksanakan penelitian yang sama, disarankan untuk mempertimbangkan alokasi waktu pada modul ajar yang efisien, agar dalam pelaksanaan pembelajaran pendekatan STEM, siswa dapat maksimal untuk mengeksplorasi permasalahan pada lembar proyek yang diberikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa syukur terucap kepada Tuhan Yang Maha Esa dan semua orang yang terlibat dalam mendukung penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak sebagai berikut: (1) seluruh civitas akademika Program Studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Lampung; (2) seluruh civitas akademika SMP 44 Bandar Lampung; (3) semua pihak yang telah membantu penulis tetapi tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, Mulia, S., Irfan, & Gusmaneli. (2024). Penerapan Strategi Pembelajaran Scaffolding Dalam Membentuk Kemandirian Peserta Didik. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 2(2), 34–41. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i2.763>
- Awab, Z. A., Kosim, N., & Putri, M.N.(2021). Pembelajaran berbasis proyek pada pelajaran Matematika Sekolah Dasar. Himpunan: *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 1(1), 77-82. Diakses dari <https://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/3708>
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/Kr/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering And Mathematic) untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11-22. <https://doi.org/10.24246/lj.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Deswantari, E., Setyadi, D., & Mampouw, H. L. (2020). Representasi Matematis Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika Materi Poligon. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(1), 46-63. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr>
- Devi, P. K., Herliani, E., Setiawan, R., Yanuar, Y., & Karyana, S. (2018). *Materi IHT Instruktur Pembelajaran Berbasis STEM*. Kerjasama SEAMEO QITEP in Science dengan PPPPTK BOE.
- Dwita, L., & Susanah, S. (2020). Penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam Pembelajaran Matematika di SMK pada Jurusan Bisnis Konstruksi dan Properti. *MATHEdunesa*, 9 (2), 276–286. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v9n2.p276,286>

- Fatmala, R., & Kumala, F. Z. (2023). The Effect of Self-Concept on Student's Mathematics Representation Ability. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 46-54. <http://dx.doi.org/10.36709/jpm.v14i1.21>
- Fincham, E., Gašević, D., Jovanović, J., & Pardo, A. (2018). From Study Tactics to Learning Strategies: An Analytical Method for Extracting Interpretable Representations. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 59-72. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2823317>
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1-6. <http://dx.doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Indriani, K. W. A. (2020). Peningkatan kemampuan berpikir matematis siswa pada materi bangun datar melalui model pembelajaran proyek terintegrasi STEM. *Media Pendidikan Matematika*, 8(1), 51-62. <https://doi.org/10.33394/mpm.v8i1.2462>
- Ishak, A. M. F., Israwaty, I., & Halik, A. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Kelas Lima Di Kabupaten Barru. *Pinisi Journal Of Education*, 1(1), 38-58. <https://ojs.unm.ac.id/PJE/article/view/26603>
- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064-1074. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>
- Karim, A., Savitri, D., & Hasbullah. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android Di Kelas 4 Sekolah Dasar. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 1 (2), 63-75. <https://doi.org/10.46306/lb.v1i2.17>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-Based Learning: A Review Of The Literature. *Journal Improving Schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kumala, F. Z. (2021). Pengaruh penggunaan youtube terhadap minat dan motivasi belajar matematika. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)*, 7(2), 107-116. <https://doi.org/10.37058/jp3m.v7i2.3365>
- Lisarani, V., & Qohar, A. (2021). Representasi Matematis Siswa Smp Kelas 8 dan Siswa SMA Kelas 10 dalam Mengerjakan Soal Cerita. *Jurnal Magister Pendidikan Matematika (JUMADIKA)*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.30598/jumadikavol3iss1year2021page1-7>
- Mainali, B. (2021). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 9(1), 1-21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>
- Mawaddah, S., & Mahmudi, A. (2021). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa Melalui Penggunaan Project-Based Learning Terintegrasi Stem. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(1), 167-182. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i1.3179>
- Muhali. (2019). Pembelajaran Inovatif Abad Ke-21. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 3(2), 25-50. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v3i2.126>
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana* (Vol. 2, No. 1, pp. 453-460). Diakses dari <https://proceeding.unnes.ac.id/snpsasca/article/view/325>
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(1), 34-45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- Noer, S. H., & Gunowibowo, P. (2018). Efektivitas problem based learning ditinjau dari kemampuan berpikir kritis dan representasi matematis. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 11(2). <https://dx.doi.org/10.30870/jppm.v11i2.3751>
- Noer, S. H., Triana, M., Gunowibowo, P., Asnawati, R., & Vetama, W. (2024). An empirical analysis: The impact of project-based learning on students' mathematical reflective thinking skills and self-concept. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 466-480. <https://dx.doi.org/10.24042/ijjsme.v7i3.21111>

- Novira, R., Mulyono, & Isnarto. (2019). Kemampuan Representasi Matematis Siswa dalam Model Pembelajaran Somatic, Auditory, Visualization, Intellectually. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 2*, 287-292. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Nugroho, H. (2024). Pendekatan Stem Berbantuan Geogebra Pada Materi SPLDV untuk Meningkatkan Representasi Matematis. *Jurnal Ilmiah WUNY*, 6(1). <https://doi.org/10.21831/jwuny.v6i1>
- OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. *PISA, OECD Publishing*. Paris. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. *PISA, OECD Publishing*. Paris. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Pratiwi, D. A., & Rifalianti, R. (2021). Model pembelajaran yang mendukung kemampuan representasi Matematis di masa pandemi covid-19. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 1(2), 106-113. Diakses dari <https://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/3724>
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The Effect of Stem-Pjbl and Discovery Learning on Improving Students ' Problem-Solving Skills of The Impulse and Momentum Topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 465-476. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26432>. Diakses pada 5 Juli 2024.
- Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5490>
- Ramanisa, H., Khairudin, K., & Netti, S. (2020). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *Jurnal Magister Pendidikan Matematika (JUMADIKA)*, 2(1), 34-38. <https://doi.org/10.30598/jumadikavol2iss1year2020page34-38>
- Ridwan, N. H. (2020). Pengaruh Pembelajaran Kontekstual Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Pada Tingkat Pendidikan Tinggi. *el-Idarah: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 5(1), 105-118. Diakses dari <https://journal.parahikma.ac.id/el-idarah>
- Rohana, R., Sari, E. F. P., & Nurfeti, S. (2021). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Materi Persamaan Linear Dua Variabel. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 679-691. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3365>
- Rusminati, SH, & Juniarso, T. (2023). Studi literatur: STEM untuk menumbuhkan keterampilan abad 21 di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan*, 5 (3), 10722-10727. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1974>
- Sawu, M. R. F., Sukarso A., Lestari, T. A., & Handayani, B. S. (2023). Penerapan Pendekatan Pembelajaran STEM dalam membangun Disposisi Kreatif dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, x(x), 1-12. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v1i1.264>.
- Santia, I. (2018). Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa SMP Berdasarkan Motivasi Belajar Siswa. *JIPMat*, 3(2). <https://doi.org/10.26877/jipmat.v3i2.2748>
- Santia, I., Purwanto., Akbar, S., Sudirman., dan Subanji. (2019). Exploring Mathematical Representation in Solving ILL-Structured Problems: The Case of Quadratic Function. *Journal on Mathematics Education*. Diakses dari <https://eric.ed.gov/?id=EJ1229913>
- Sulastri, S., & Cahyani, G. P. (2021). Pengaruh project based learning dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran online di SMK Negeri 12 Malang. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 9(3), 372-379. Diakses dari <https://doi.org/10.26740/jpak.v9n3.p372-379>
- Suningsih, A., & Istiani, A. (2021). Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 225-234. Diakses dari <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa>
- Suprayitno, T. (2019). *Pendidikan di Indonesia: Belajar dari Hasil PISA 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Diakses dari <http://repositori.kemdikbud.go.id/id/eprint/16742>

- Susanti, E., & Kurniawan, H. (2020). Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM (science, technology, engineering, mathematics). *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 37-52. <https://doi.org/10.26877/aks.v11i1.5292>
- Susanti, E., & Kurniawan, H. (2020). Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM (science, technology, engineering, mathematics). *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 37-52. <https://doi.org/10.26877/aks.v11i1.5292>
- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017). The Effect of STEM Learning through the Project of Designing Boat Model toward Student STEM Literacy. *Journal of Physics: International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*, 012157. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157>
- Tsai, H. Y., Chung, C. C., & Lou, S. J. (2017). Construction and development of iSTEM learning model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 15-32. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78019>
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113-120. <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.18561>
- Winarti, N., Maula, L. H., Amalia, A. R., & Pratiwi, N. L. A. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas III Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(3), 552-563. <https://doi.org/10.31949/jcp.v8i3.2419>
- Young, S. P. (2018). How to equip students to be problem solvers through STEAM The emphasis of scientific thinking, computational thinking, and emotional thinking. *JSSE Research Report*, 32(8), 3-6. https://doi.org/10.14935/jsser.32.8_3